

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000258773 A**

(43) Date of publication of application: **22 . 09 . 00**

(51) Int. Cl.

**G02F 1/13363**

**G02F 1/1335**

(21) Application number: **11373884**

(22) Date of filing: **28 . 12 . 99**

(30) Priority: **07 . 01 . 99 JP 11002345**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **HATANAKA TAKAYUKI  
FUJITA SHINGO  
OGAWA TETSU**

**(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY  
DEVICE**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To decrease the viewing angle dependence by specifying the retardation or the like of each double refraction film.

**SOLUTION:** In this device, the twist angle of the liquid crystal is specified to 220 to 260°, and the product of the double refraction  $\Delta n_{LC}$  of the liquid crystal and the thickness  $d_{LC}$  of the liquid crystal layer is specified to 700 to 1000 nm. With the refractive index of abnormal rays  $n_x(i)$  in the plane direction, refractive index of normal rays  $n_y(i)$ , and film thickness  $d(i)$ , wherein  $i$  represents one of the two double refraction films, the

retardation  $R_{Film}(i)$  defined by  $R_{Film}(i) = \{n_x(i) - n_y(i)\} \cdot d(i)$  satisfies the relation of  $|R_{Film}(2) - R_{Film}(1)| \leq 200$  nm. The angle  $\phi_{LC}$  of the alignment direction of liquid crystal molecules in contact with one of the substrates when the twisting direction of the liquid crystal is positive, the angle  $\phi_p$  of the absorption axis of the polarizing film, and the slow phase direction, namely, the angles  $\phi_{F1}$  and  $\phi_{F2}$  of the direction of refractive index of abnormal rays in the double refraction films in the nearer and farther sides to the liquid crystal cell, respectively, satisfy the relation of  $100^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 140^\circ$  or the like.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-258773

(P2000-258773A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>G 0 2 F 1/13363  
1/1335

識別記号

5 0 5  
5 1 0  
5 2 0

F I

G 0 2 F 1/13363  
1/1335

データベース (参考)

5 0 5  
5 1 0  
5 2 0

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-373884

(22) 出願日 平成11年12月28日 (1999. 12. 28)

(31) 優先権主張番号 特願平11-2345

(32) 優先日 平成11年1月7日 (1999. 1. 7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 畑中 孝之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 藤田 晋吾

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 小川 鉄

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

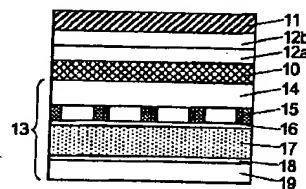
弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 白表示が明るく、無彩色で高コントラストの白黒表示および視角依存性の少ない反射型液晶表示素子を得る。

【解決手段】 偏光フィルムを1枚だけ用いる反射型液晶表示素子において、一对の基板14、19間に液晶が封入された液晶セル13と、偏光フィルム11と、2枚の複屈折フィルム12a、12bと、散乱フィルム10と、鏡面反射板18とを備え、液晶のツイスト角度を20°から260°とし、液晶のリタレーション $\Delta n L$ を700nmから1000nm、複屈折フィルムのリタレーション値を $|R_{film}(2) - R_{film}(1)| \leq 200nm$ とし、液晶分子の配向方向、2枚の複屈折フィルムの遅相軸の方向および偏光フィルムの吸収軸の方向の間に特定の角度関係が成立するようにこれらを配置する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の基板間に液晶が封入されて液晶層が形成された液晶セルと、前記液晶セルの一方の基板側に配置された偏光フィルムと、前記偏光フィルムと前記液晶層との間に配置された2枚の複屈折フィルムと、前記偏光フィルムと前記液晶層との間に配置された1枚もしくは複数枚の散乱フィルムと、前記液晶層に対して前記液晶セルの他方の基板側に配置された光反射手段とを備える反射型液晶表示素子において、前記液晶のツイスト角度は、 $220^\circ$  から  $260^\circ$  の範囲内にあり、前記\*

$$R_{film}(i) = \{n_x(i) - n_y(i)\} \cdot d(i) \quad (式1)$$

$$|R_{film}(2) - R_{film}(1)| \leq 200 \text{ nm} \quad (式2)$$

前記液晶セルに平行な面の一方を基準として、前記他方の基板側から前記一方の基板側に向かう前記液晶のツイスト方向を正とした場合の、前記一方の基板に接する前記液晶の液晶分子の配向方向の角度 $\phi_{LC}$ 、前記偏光フィルムの吸収軸方向の角度 $\phi_p$ 、前記液晶セルに近い側の前記複屈折フィルムの遅相軸方向すなわち異常光屈折率の方向の角度 $\phi_{F1}$ 、および、前記液晶セルから遠い側の前記複屈折フィルムの前記異常光屈折率の方向の角度 $\phi_{F2}$ は、式3または式4の関係を満足することを特徴とする反射型液晶表示素子。

\*液晶の複屈折 $\Delta n_{LC}$ と液晶層厚 $d_{LC}$ との積 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ は、 $700 \text{ nm}$ から $1000 \text{ nm}$ の範囲内にあり、前記2枚の複屈折フィルムそれぞれに対応する符号を $i$ （前記液晶セルに近い側を $i=1$ 、前記液晶セルから遠い側を $i=2$ ）とし、前記各複屈折フィルムの面内の異常光屈折率を $n_x(i)$ 、常光屈折率を $n_y(i)$ 、フィルム厚を $d(i)$ としたとき、式1で表される前記各複屈折フィルムのリタデーション $R_{film}(i)$ は、式2の関係を満足し、

$$\ast 100^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 140^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq -50^\circ \quad (式3)$$

$$75^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 115^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ$$

$$-40^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq 10^\circ \quad (式4)$$

【請求項2】 前記角度 $\phi_{LC}$ 、 $\phi_p$ 、 $\phi_{F1}$ および $\phi_{F2}$ が式3の関係を満足する場合、前記 $R_{film}(i)$ は、式5の関係を満足することを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示素子。

$$450 \text{ nm} \leq R_{film}(1) \leq 600 \text{ nm}$$

$$600 \text{ nm} \leq R_{film}(2) \leq 750 \text{ nm} \quad (式5)$$

【請求項3】 前記角度 $\phi_{LC}$ 、 $\phi_p$ 、 $\phi_{F1}$ および $\phi_{F2}$ が式4の関係を満足する場合、前記 $R_{film}$

$$300 \text{ nm} \leq R_{film}(1) \leq 500 \text{ nm}$$

$$300 \text{ nm} \leq R_{film}(2) \leq 500 \text{ nm} \quad (式6)$$

【請求項4】 前記液晶のツイスト角度は、 $240^\circ$  から  $260^\circ$  の範囲内にあることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項5】 前記各複屈折フィルムの、フィルム面に

$$Q_z(i) = \{n_x(i) - n_z(i)\} / \{n_x(i) - n_y(i)\} \quad (式7)$$

$$0.0 \leq Q_z(i) \leq 1.0 \quad (式8)$$

【請求項6】 前記各複屈折フィルムの、フィルム面に垂直の方向の屈折率 $n_z(i)$ を用いて式7で定義され

$$Q_z(i) = \{n_x(i) - n_z(i)\} / \{n_x(i) - n_y(i)\} \quad (式7)$$

$$0.0 \leq Q_z(i) \leq 1.0 \quad (式8)$$

【請求項7】 前記光反射手段は、前記他方の基板と前記液晶層との間に配置されていることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項8】 前記光反射手段は、前記他方の基板と前記液晶層との間に配置されていることを特徴とする請求項4に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項9】 前記光反射手段は、前記他方の基板と前記液晶層との間に配置されていることを特徴とする請求項5に記載の反射型液晶表示素子。

★(i)は、式6の関係を満足することを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示素子。

☆垂直の方向の屈折率 $n_z(i)$ を用いて式7で定義されるZ係数 $Q_z(i)$ は、式8の関係を満足することを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子。

◆るZ係数 $Q_z(i)$ は、式8の関係を満足することを特徴とする請求項4に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項10】 前記光反射手段は、アルミニウムまたは銀を構成要素として含んでいる金属反射膜であることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項11】 前記光反射手段は、アルミニウムまたは銀を構成要素として含んでいる金属反射膜であることを特徴とする請求項4に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項12】 前記光反射手段は、アルミニウムまたは銀を構成要素として含んでいる金属反射膜であることを特徴とする請求項5に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項13】 前記光反射手段は、アルミニウムまたは銀を構成要素として含んでいる金属反射膜であることを特徴とする請求項6に記載の反射型液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、反射型液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 携帯電話、PHS、PDA（携帯情報端末）等の情報通信機器の急速な普及に伴い、時・場所を選ばず、誰でも気軽にアクセス・発信できるインフラが整いつつある。これらはモバイル用途が前提であるため、軽量、薄型、低消費電力の表示素子が求められており、現在、液晶表示素子はその中心となっている。

【0003】 液晶表示素子は、数ボルトの実効電圧で液晶分子を駆動させることにより光の透過強度を変化させて表示を行うが、液晶は非発光物質であるので他に何らかの光源が必要となる。光源には、液晶駆動用電力に比べ非常に大きな電力を供給する必要があるが、液晶表示素子の下側に反射板を備えて周囲光を利用して表示させる反射型液晶表示素子とすることにより、極めて消費電力が低く液晶本来の特徴を活かした表示素子が実現できる。反射型液晶表示素子は携帯情報端末のディスプレイの一つとして不可欠になりつつある。

【0004】 また、情報量の増加に伴い携帯情報端末のディスプレイとしてカラー表示の重要度が増しており、反射型液晶表示素子においてもカラーフィルタや複屈折効果によりカラー表示を行う構成がいくつか提案されている。

【0005】 従来の反射型液晶表示素子は液晶セルとこの液晶セルを挟んで配置された一対の偏光フィルムから構成されている。1枚の偏光フィルムの透過率はせいぜい45%程度であり、このとき偏光フィルムの吸収軸に平行に偏光した光の透過率はほぼ0%で、吸収軸に垂直に偏光した光の透過率はほぼ90%である。したがって、偏光フィルムを2枚用いる反射型液晶表示素子では、入射した光は偏光フィルムを4回通って出射するため、カラーフィルタの吸収を考えないときでも、透過率は次式で示すようになり、反射率は約33%で頭打ちとなる。

$$(0.9)^4 \times 50\% = 32.8\%$$

そこで、表示を明るくするために、偏光フィルムを液晶セルの上側の1枚だけにし、液晶セルを1枚の偏光フィルムと反射板で挟む1枚偏光板構成がいくつか提案されている。例えば、特開平8-201802号公報、特開平7-146469公報に記載されている。この場合、反射型液晶表示素子へ入射した光は偏光フィルムを2回しか通らないので、カラーフィルタの吸収を考えないとき、透過率は

$$(0.9)^2 \times 50\% = 40.5\%$$

となり、偏光フィルムを2枚用いた構成に対し最大で約24%（ $= (40.5/32.8) \times 100\% - 100\%$ ）の反射率の向上が期待できる。

【0006】 また、カラーフィルタを用いずにツイスト配向した液晶層の複屈折と偏光フィルムによって着色表示を行う反射型カラー液晶表示装置（特開平6-308481号公報）も提案されている。

【0007】 図5は、1枚の偏光フィルム（偏光板）とカラーフィルタを備える、従来構成の反射型液晶表示素子の構造を示す。液晶セル53は、カラーフィルタ55と透明電極56が形成された透明基板54と、鏡面反射板58が形成された下側基板59の間に液晶層57が挟持されて構成されている。この液晶セルの外部に複屈折フィルム52、偏光フィルム51および前方散乱フィルム50を積層して反射型液晶表示素子が構成される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、偏光フィルムを2枚用いる反射型液晶表示素子において、カラーフィルタを用いてカラー表示を行う場合、十分な明るさを得られるだけの反射率を確保できないという課題を有している。

【0009】 偏光フィルムを1枚にすることにより反射率を高くして明るさを確保した反射型液晶表示素子において、カラーフィルタを用いてカラー表示を行う場合、従来の構成では、白黒表示の無彩色表示が困難であり望まれない色づきが生ずる。特に、反射率が低く無彩色な黒表示が困難である。また、反射型液晶表示素子への光の入射方向や観察者の見る方向に対する反射率の依存性、すなわち光学特性の視角依存性が大きいという課題を有している。1枚偏光板構成の反射型液晶表示素子において、視角依存性が大きい場合、視角が狭いということにとどまらない。

【0010】 すなわち、入射光の入射方向により黒表示の反射率が高くなると、透過型液晶表示素子に比べ光の入射方向の制御が難しい反射型液晶表示素子の場合、結果として光学特性を大きく損ねてしまうという課題に結びつく。

【0011】 また、カラーフィルタを用いずにツイスト配向した液晶層の複屈折と偏光フィルムによって着色表示を行う反射型液晶表示装置では、カラーフィルタが無いために2枚の偏光フィルムを用いても実用的な明るさを得られるだけの反射率を確保することができる。しかしこの方式は複屈折効果による着色を用いたカラー表示であるため、16階調4096色表示などの多階調・多色表示が原理的に難しく、色純度が悪く、色再現範囲も狭いという課題を有している。

【0012】 また、カラーフィルタを用いない白黒表示モードの反射型液晶表示素子においても、偏光フィルムを2枚用いる構成では、反射率の高い白表示が得られないという課題を有している。

【0013】本発明は、上述したこのようなこのような従来の反射型液晶表示素子が有する課題を考慮し、白表示が明るく、高いコントラストが得られ、無彩色の白黒表示が可能で、視角依存性の少ない良好な光学特性を有するカラーおよびモノクロ反射型液晶表示素子を提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の反射型液晶表示素子は、一対の基板間に液晶が封入されて液晶層が形成された液晶セルと、液晶セルの一方の基板側に配置された偏光フィルムと、偏光フィルムと液晶セルの液晶層との間に配置された2枚の複屈折フィルムと、偏光フィルムと液晶層との間に配置された1枚もしくは複数枚の散乱フィルムと、液晶層に対して液晶セルの他方の基板側に配置された光反射手段とを備える反射型液晶表示素子において、液晶のツイスト角度が、 $220^\circ$  から  $260^\circ$  の範囲内にあり、液晶の複屈折 $\Delta n_{LC}$ と液晶層厚 $d^*$

$$R_{Film}(i) = \{n_x(i) - n_y(i)\} \cdot d(i) \quad (式1)$$

$$|R_{Film}(2) - R_{Film}(1)| \leq 200 \text{ nm} \quad (式2)$$

$$100^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 140^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq -50^\circ \quad (式3)$$

$$75^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 115^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi_{F2} - \phi_{F1} \leq -50^\circ$$

$$-40^\circ \leq \phi_p - \phi_{F2} \leq 10^\circ \quad (式4)$$

このような構成とすることにより、十分に反射率の低い無彩色の黒表示および反射率の高い無彩色の白表示が得られ、コントラストの高い反射型液晶表示素子を提供することができる。

【0015】また、この反射型液晶表示素子において、複屈折フィルムの面に垂直な方向の屈折率 $n_z(i)$ を用いて定義されるZ係数 $Q_z = \{n_x(i) - n_z(i)\} / \{n_x(i) - n_y(i)\}$ に対して、 $0 \leq Q_z(i) \leq 1$ 、0を満たすように複屈折フィルムの各屈折率を設定すると、光の入射方向や観察者の見る方向に対する依存性が軽減された光学特性を得ることができ、反射率や無彩色性のさらに良好な黒表示が実現する。

【0016】また、この反射型液晶表示素子において、光反射手段を他方の基板と液晶との間に配置すること、さらに光反射手段としてアルミニウムまたは銀を構成要素として含む金属膜を用いることにより、液晶層と反射面が接する構成となり二重像のない良好な画像を表示することができると同時に、反射率の高い白表示が得られる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0018】（実施形態1）図1は、本発明の第1の実施形態における反射型液晶表示素子を示す断面図であ

\*LCとの積 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ は、 $700 \text{ nm}$ から  $1000 \text{ nm}$ の範囲内にあり、2枚の複屈折フィルムそれぞれに対応する符号を $i$ （液晶セルに近い側を $i=1$ 、液晶セルから遠い側を $i=2$ ）とし、各複屈折フィルムの面内の異常光屈折率を $n_x(i)$ 、常光屈折率を $n_y(i)$ 、フィルム厚を $d(i)$ としたとき、式1で表される各複屈折フィルムのリタデーション $R_{Film}(i)$ が、式2の関係を満足し、液晶セルの水平面の一方向を基準として、他方の基板側から一方の基板側に向かう液晶のツイスト方向を正とした場合の一方の基板に接する液晶の液晶分子の配向方向の角度 $\phi_{LC}$ 、偏光フィルムの吸収軸方向の角度 $\phi_p$ 、液晶セルに近い側の複屈折フィルムの遅相軸方向すなわち異常光屈折率の方向の角度 $\phi_{F1}$ 、および、液晶セルから遠い側の複屈折フィルムの異常光屈折率の方向の角度 $\phi_{F2}$ が、式3または式4の関係を満足することを特徴とする。

る。図1に示すように、本実施形態では、液晶セル13の外側に散乱フィルム10、複屈折フィルム12a、12b、および偏光フィルム11を配置した1枚偏光板方式のカラー反射型液晶表示素子を取りあげる。液晶セル13は鏡面反射板18が形成された下側基板19と、カラーフィルタ15と透明電極16が形成された上側透明基板14の間に液晶層17を挟んで構成されている。なお、鏡面反射板18は、本発明の光反射手段に対応する。

【0019】図2は、第1の実施形態における反射型液晶表示素子の光学構成図であり、偏光フィルム11側から見た図である。20は基準線、21は上側透明基板14に接する液晶分子の配向方向、22は下側基板19に接する液晶分子の配向方向、23は液晶セル13に近い側の複屈折フィルム(1)12aの遅相軸方向、24は偏光フィルム11側の複屈折フィルム(2)12bの遅相軸方向、25は偏光フィルム11の吸収軸方向を示す。

【0020】また、基準線20から測って、 $\phi_{LC0}$ は下側基板19上の液晶分子の配向方向22の角度、 $\phi_{LC}$ は上側透明基板14上の液晶分子の配向方向21の角度、 $\phi_{F1}$ は複屈折フィルム(1)12aの遅相軸方向23の角度、 $\phi_{F2}$ は複屈折フィルム(2)12bの遅相軸方向24の角度、 $\phi_p$ は偏光フィルム11の吸収軸方向25の角度をそれぞれ示す。

【0021】また、 $\Omega LC$ は下側基板19から上側透明基板14へ向かって振れる液晶のツイスト角度を示す。 $\phi LC0$ 以外は液晶のツイスト方向を正とする。

【0022】以下に、本実施形態における反射型液晶表示素子の詳細構成を、その製造手順に従って、説明する。

【0023】まず、上側透明基板14および下側基板19としてガラス基板を用い、上側透明基板14上に、顔料分散タイプを用いた赤、緑、青のストライプ配列のカラーフィルタ15をフォトリソグラフィで形成し、その上に、インジウム・錫・オキサイド(ITO)を用いて画素電極である透明電極16を形成する。また、下側基板19上には、銀蒸着膜を形成することにより金属反射電極である鏡面反射板18を形成する。また、透明電極16および鏡面反射板18の液晶層17と接する側の面に配向膜(図示せず)を形成した後、ラビングによって配向処理を行う。

【0024】そして、上側透明基板14上の周囲部分にはガラスファイバを1.0wt%混入した熱硬化性シール樹脂を印刷し、下側基板19上には所定の径の樹脂ビ\*20

$$Rfilm(i) = \{n_x(i) - n_y(i)\} \cdot d(i) \quad (式1)$$

なお、式1において、 $i$ は、複屈折フィルム(1)12a、複屈折フィルム(2)12bに、それぞれに対応する符号1、2であり、 $n_x(i)$ は各複屈折フィルムの面内の異常光屈折率、 $n_y(i)$ はそれぞれの常光屈折率、 $d(i)$ はそれぞれのフィルム厚を表す。

【0026】さらにその上に、ニュートラルグレーの偏光フィルム(住友化学工業(株)製SQ-1852AP)にアンチグレア(AG)処理を施した偏光フィルム11を、吸収軸の方向が所定の角度をなすように貼り合わせる。

【0027】以上のようにして製造された反射型液晶表示素子において、液晶のツイスト角度( $\phi LC0 + \phi L$ ※

$$|Rfilm(2) - Rfilm(1)| \leq 200nm \quad (式2)$$

$$100^\circ \leq \phi F1 - \phi LC \leq 140^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi F2 - \phi F1 \leq -50^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi p - \phi F2 \leq -50^\circ$$

上記条件を満たすように構成することにより、黒表示から白表示への変化の間、特にオフ電圧印加時の黒表示のときの液晶の複屈折効果による着色を解消できることによる。これにより、反射率の低い無彩色の黒表示と反射率の高い無彩色の白表示が得られ、その結果コントラストが高く、色純度のよい多階調のカラー反射型液晶表示素子を実現できる。

【0028】上記条件は、詳細な光学シミュレーションに基づいて導出した条件であるが、その有効性について、以下に示すような実施例で確認した。 $\phi LC0 = 35^\circ$ 、 $\phi LC = 35^\circ$ 、 $\Omega LC = 250^\circ$ 、 $\phi F1 = 155^\circ$ 、 $\phi F2 = 95^\circ$ 、 $\phi p = 35^\circ$ とした場合において、 $|Rfilm(2) - Rfilm(1)|$ が15

\*ーズを200個/mm<sup>2</sup>の割合で散布し、上側透明基板14と下側基板19を互いに貼り合わせ、150℃でシール樹脂を硬化する。その後、 $\Delta n = 0.14$ のエステル系ネマティック液晶に所定の量のカイラル剤を混ぜた混合液晶を真空注入し、紫外線硬化性樹脂で封口した後、紫外線照射により硬化する。

【0025】このようにして形成した液晶セル13の上側透明基板14の上に散乱フィルム10を貼り合わせる。ここで、全光線透過率が90%であり、散乱特性が面内方位角によらず等方性であり、入射光の入射角度によらず出射光のヘイズ率が55%である散乱フィルム10を用いる。ここで、ヘイズ率とは、次式により定義される値をいう。

$$(\text{ヘイズ率}) = (\text{散乱光透過率}) / (\text{全光線透過率}) \times 100 [\%]$$

その上に、式1で表されるリタデーション値 $Rfilm(i)$ がそれぞれ所定の複屈折フィルム(1)12a、複屈折フィルム(2)12bを、遅相軸がそれぞれ所定の角度となるように貼り合わせる。

※ $C + 180^\circ$ )が $220^\circ$ から $260^\circ$ の範囲内であり、液晶の複屈折 $\Delta n LC$ と液晶層厚 $d LC$ との積 $\Delta n LC \cdot d LC$ すなわち液晶層のリタデーションが700nmから1000nmの範囲内であり、複屈折フィルム(1)12aおよび複屈折フィルム(2)12bそれぞれのリタデーション $Rfilm(1)$ および $Rfilm(2)$ が式2の関係を満足し、 $\phi LC$ 、 $\phi p$ 、 $\phi F1$ および $\phi F2$ が式3の関係を満足する場合において、白表示が明るく、高いコントラストが得られ、無彩色の白黒表示が可能で、視角依存性の少ない良好な光学特性を有する反射型液晶表示素子が得られる。

(式3)

0nmであるときに、 $\Delta n LC \cdot d LC$ を変化させて反射モードで光学特性を測定すると、700nmから1000nmの範囲で、反射率が低く無彩色の黒表示と、反射率が高く無彩色の白表示を得ることができるノーマリブラックモードの反射型液晶表示素子を実現できることが確認された。これは、白表示と黒表示が十分にできるだけの液晶層のリタデーションがあり、なおかつ、液晶の複屈折効果による色付きを補償できる範囲であることによる。

【0029】また、液晶のツイスト角度については、単純マトリクス方式で駆動する場合、表示可能な電極の本数を決定するデューティ比に影響があり、ツイスト角度が大きいほどデューティ比を小さくでき、電極の本

数を増やすことができ、画素数を増やすことができる。本実施の形態において、液晶のツイスト角度を $220^\circ$ から $260^\circ$ とすることにより、デューティ比 $1/200$ 以下で駆動しても良好な表示を得られることも確認している。特に、ツイスト角度が $240^\circ$ から $260^\circ$ の場合にはデューティ比 $1/240$ 以下で駆動できることも確認している。

\*

$$450\text{nm} \leq \text{Rfilm}(1) \leq 600\text{nm}$$

$$600\text{nm} \leq \text{Rfilm}(2) \leq 750\text{nm} \quad (\text{式5})$$

ここで具体的に、 $\Delta nLC \cdot dLC = 850\text{nm}$ 、 $\text{Rfilm}(1) = 500\text{nm}$ 、 $\text{Rfilm}(2) = 700\text{nm}$ 、 $\phi LC0 = 35^\circ$ 、 $\phi LC = 35^\circ$ 、 $\Omega LC = 250^\circ$ 、 $\phi F1 = 155^\circ$ 、 $\phi F2 = 95^\circ$ 、 $\phi p = 35^\circ$ とした場合の本反射型液晶表示素子の光学特性を、 $1/240$ デューティ比で駆動したときの正面特性として測定した。このとき、 $\text{Rfilm}(2) - \text{Rfilm}(1) = 200\text{nm}$ 、 $\phi F1 - \phi LC = 120^\circ$ 、 $\phi F2 - \phi F1 = -60^\circ$ 、 $\phi p - \phi F2 = -60^\circ$ であり、式2、式3の条件を満たしている。

【0031】測定結果としては、コントラスト7.5、Y値換算での白表示の反射率が12.5%という良好な特性が得られた。また、黒表示から白表示まで無彩色で変化するので16階調4096色表示が可能であることも確認した。

【0032】なお、ここで用いた液晶層のリタレーション値 $\Delta nLC \cdot dLC$ および複屈折フィルムのリタレーション値 $\text{Rfilm}(i)$ は、 $\lambda = 550\text{nm}$ の光に対するリタレーション値である。

【0033】（実施形態2）本実施形態における反射型液晶表示素子の主要構成および製造手順は、上述した第※30

$$|\text{Rfilm}(2) - \text{Rfilm}(1)| \leq 200\text{nm} \quad (\text{式2})$$

$$75^\circ \leq \phi F1 - \phi LC \leq 115^\circ$$

$$-70^\circ \leq \phi F2 - \phi F1 \leq -50^\circ$$

$$-40^\circ \leq \phi p - \phi F2 \leq 10^\circ$$

(式4)

これは、上記条件を満たすように構成することにより、黒表示から白表示への変化の間、特にオフ電圧印加時の黒表示のときの液晶の複屈折効果による着色を解消することによる。これにより、反射率の低い無彩色の黒表示と反射率の高い無彩色の白表示が得られ、コントラストが高く色純度のよい多階調のカラー表示が可能な反射型液晶表示素子を実現できる。

【0035】上記条件の有効性については、以下に示すような実施例で確認した。 $\phi LC0 = 35^\circ$ 、 $\phi LC = 35^\circ$ 、 $\Omega LC = 250^\circ$ 、 $\phi F1 = 130^\circ$ 、 $\phi F2 = 70^\circ$ 、 $\phi p = 55^\circ$ とした場合において、 $|\text{Rfilm}(2) - \text{Rfilm}(1)|$ が $100\text{nm}$ であるときに、 $\Delta nLC \cdot dLC$ を変化させて反射モードで光学特性を測定すると、 $700\text{nm}$ から $1000\text{nm}$ の範囲で、反射率が低く無彩色の黒表示と、反射率が高く無彩★

$$300\text{nm} \leq \text{Rfilm}(1) \leq 500\text{nm}$$

\*【0030】また、液晶セル13に近い側の複屈折フィルム(1)12aのリタレーション $\text{Rfilm}(1)$ 、および、偏光フィルム11に近い側の複屈折フィルム(2)12bのリタレーション $\text{Rfilm}(2)$ が式5を満たしているとき、特に、オフ電圧印加時の黒の反射率を低くすることができることを確認している。

※1の実施形態における反射型液晶表示素子の主要構成および製造手順と同じである。したがって、図1に示した構造と同様の断面構造および図2の反射型液晶表示素子の光学構成図を用いて説明する。第1の実施形態とは、複屈折フィルムと偏光フィルムの光軸方向および液晶の配向方向の間の配置関係が異なる。

【0034】第1の実施形態において説明した製造手順と同じ製造手順によって、製造された反射型液晶表示素子において、液晶のツイスト角度( $\phi LC0 + \phi LC + 180^\circ$ )が $220^\circ$ から $260^\circ$ の範囲内であり、液晶の複屈折 $\Delta nLC$ と液晶層厚 $dLC$ との積 $\Delta nLC \cdot dLC$ が $700\text{nm}$ から $1000\text{nm}$ の範囲内であり、複屈折フィルム(1)12aおよび複屈折フィルム(2)12bそれぞれのリタレーション $\text{Rfilm}(1)$ および $\text{Rfilm}(2)$ が式2の関係を満足し、 $\phi LC$ 、 $\phi p$ 、 $\phi F1$ および $\phi F2$ が式4の関係を満足する場合においても、白表示が明るく、高いコントラストが得られ、無彩色の白黒表示が可能で、視角依存性の少ない良好な光学特性を有する反射型液晶表示素子が得られる。

★色の白表示を得ることができるノーマリーブラックモードの反射型液晶表示素子を実現できることが確認された。これは、白表示と黒表示が十分にできるだけ液晶層のリタレーションがあり、なおかつ、液晶の複屈折効果による色付きを補償できる範囲であることによる。

【0036】また、上記と同じ場合、すなわち式2を満たしている場合においても、黒表示から白表示へと印加電圧を変化していくと、中間調表示の色が実用上で無彩色の範囲内で変化することを確認している。

【0037】また、液晶セル13に近い側の複屈折フィルム(1)12aのリタレーション $\text{Rfilm}(1)$ 、および、偏光フィルム11に近い側の複屈折フィルム(2)12bのリタレーション $\text{Rfilm}(2)$ が式6を満たしているとき、特に、オフ電圧印加時の黒の反射率を低くすることができることを確認している。

$$300\text{ nm} \leq Rf i l m (2) \leq 500\text{ nm} \quad (\text{式}6)$$

ここで具体的に、 $\Delta nLC \cdot dLC = 850\text{ nm}$ 、 $Rf i l m (1) = 450\text{ nm}$ 、 $Rf i l m (2) = 350\text{ nm}$ 、 $\phi LC0 = 35^\circ$ 、 $\phi LC = 35^\circ$ 、 $\Omega LC = 250^\circ$ 、 $\phi F1 = 130^\circ$ 、 $\phi F2 = 70^\circ$ 、 $\phi p = 55^\circ$ とした場合の本反射型液晶表示素子の光学特性を、 $1/240$ デューティー比での正面特性として測定した。このとき、 $Rf i l m (2) - Rf i l m (1) = 200\text{ nm}$ 、 $\phi F1 - \phi LC = 95^\circ$ 、 $\phi F2 - \phi F1 = -60^\circ$ 、 $\phi p - \phi F2 = -15^\circ$ であり、式2、式4の条件を満たしている。

【0038】測定結果としては、コントラスト8.5、Y値換算での白表示の反射率が12.0%という良好な特性が得られた。また、黒表示から白表示まで無彩色で変化するので16階調4096色表示が可能であることも確認した。なお、ここで用いた液晶層のリタレーション値 $\Delta nLC \cdot dLC$ および複屈折フィルムのリタレーション値 $Rf i l m (i)$ は $\lambda = 550\text{ nm}$ の光に対するリタレーション値である。

【0039】(実施形態3)次に、本発明の第3の実施形態を図面を参照して説明する。本実施の形態における反射型液晶表示素子の主要構成および製造手順は、上述した第1の実施形態における反射型液晶表示素子の主要\*

$$Qz(i) = \{nx(i) - nz(i)\} / \{nx(i) - ny(i)\} \quad (\text{式}7)$$

$$0.0 \leq Qz(i) \leq 1.0 \quad (\text{式}8)$$

なお、本実施形態における反射型液晶表示素子は、第1の実施形態と同じ条件を満足し、さらに、式8の関係を満足するとして説明したが、第2の実施形態と同じ条件を満足し、さらに、式8の関係を満足するとしても、第2の実施形態における反射型液晶表示素子の効果に加え、さらに視角依存性の少ない良好な光学特性を有する反射型液晶表示素子が得られる。

【0042】式8の関係を満足するという条件の有効性については、以下に示すような実施例で確認した。 $\Delta nLC \cdot dLC = 850\text{ nm}$ 、 $Rf i l m (1) = 500\text{ nm}$ 、 $Rf i l m (2) = 700\text{ nm}$ 、 $\phi LC0 = 35^\circ$ 、 $\phi LC = 35^\circ$ 、 $\Omega LC = 250^\circ$ 、 $\phi F1 = 155^\circ$ 、 $\phi F2 = 95^\circ$ 、 $\phi p = 35^\circ$ とした場合について、複屈折フィルム(1)12aのZ係数 $Qz(1)$ と複屈折フィルム(2)12bのZ係数 $Qz(2)$ をそれぞれ0.5から1.5まで変化させ、黒表示の視角特性を測定した。

【0043】その結果を図3に示す。図3(a)は右方向の視角変化に対するオフ電圧印加時の黒表示の反射率変化を示す特性図であり、図3(b)は下方向の視角変化に対するオフ電圧印加時の黒表示の反射率変化を示す特性図である。

【0044】図3において、複屈折フィルム(1)12aの $Qz(1) = 1.0$ の場合に着目すると、 $Qz$

\*構成および製造手順と同じである。したがって、本実施形態において、特に説明がなければ、第1の実施形態と同じとし、第1の実施形態と同一符号を付与している構成部材については、特に説明のない限り、第1の実施形態と同様の機能を有する。

【0040】また、図1に示した構造と同様の断面構造および図2の反射型液晶表示素子の光学構成図を用いて説明する。実施形態1および2においては複屈折フィルム12aおよび12bとして、光軸が面内にある一軸光学異方性フィルムを取り上げたが、本実施形態ではさらに面に垂直な方向にも屈折率異方性を示す二軸光学異方性フィルムを扱う。

【0041】第1の実施形態において説明した製造手順と同じ製造手順によって、製造された反射型液晶表示素子において、第1の実施形態と同じ条件を満足し、さらに、複屈折フィルム(1)12aおよび複屈折フィルム(2)12bそれぞれのフィルム面に垂直な方向の屈折率 $n_z(i)$ を用いて式7で定義されるZ係数 $Qz(i)$ が式8の関係を満足する場合において、第1の実施形態における反射型液晶表示素子の効果に加え、さらに視角依存性の少ない良好な光学特性を有する反射型液晶表示素子が得られる。

(2)  $\leq 1.0$ では反射率の視角依存性がほとんど少ない。

【0045】また、 $Qz(1) = Qz(2) = 0.5$ の場合、 $Qz(1) = Qz(2) = 1.0$ の場合、および、 $Qz(1) = Qz(2) = 1.5$ の場合を比較すると、 $Qz(i)$ が小さいほど視角依存性の少ない良好な黒表示の反射率特性が得られることがわかる。

【0046】したがって、式8の関係を満たす場合において、さらに視角依存性が少ない反射型液晶表示素子を実現できることが確認された。

【0047】なお、ここで用いた液晶層のリタレーション値 $\Delta nLC \cdot dLC$ および複屈折フィルムのリタレーション値 $Rf i l m (i)$ は $\lambda = 550\text{ nm}$ の光に対するリタレーション値である。

【0048】なお、本発明の反射型液晶表示素子は、上述した第1から第3までの実施形態で詳細した構成に限定されず、一对の基板間に液晶が封入された液晶セルと、液晶セルの一方の基板側に配置された偏光フィルムと、偏光フィルムと液晶セルの液晶層との間に配置された2枚の複屈折フィルムと、偏光フィルムと液晶層との間に配置された1枚もしくは複数枚の散乱フィルムと、液晶層に対して液晶セルの他方の基板側に配置された光反射手段とを備える反射型液晶表示素子であって、上記条件を満たしさえすればよい。



【0049】また、上述した各実施形態において、鏡面反射板18として銀を用いるとして説明したが、これに限ることなく、例えばアルミニウムを構成要素として含む金属反射電極などを用いても同様の効果を得ることができる。

【0050】また、上述した各実施形態において、ヘイズ率が55%近傍の散乱フィルムを用いたが、これに限定されることなく、ヘイズ率が80%となる散乱フィルムを用いてもよく、またここでは散乱フィルムを1層用いたが、これに限定されず、複数枚からなる散乱フィルムの構成においても同様な効果を得ることができる。

【0051】また、上述した各実施形態において、散乱フィルムの配置は、図1に示す配置として説明したが、必ずしもこの位置に限って得られるのではなく、例えば図4(a)に示すように散乱フィルム10を偏光フィルム11と複屈折フィルム(2)12bの間に設けた場合や、図4(b)に示すように散乱フィルム10を上部透明基板14と透明電極16の間に設けた場合においても、同様の効果が得られる。

【0052】要するに、本発明の反射型液晶表示素子は、一対の基板間に液晶が封入された液晶セルと、液晶セルの一方の基板側に配置された偏光フィルムと、偏光フィルムと液晶セルの液晶層との間に配置された2枚の複屈折フィルムと、偏光フィルムと液晶層との間に配置された1枚もしくは複数枚の散乱フィルムと、液晶層に対して液晶セルの他方の基板側に配置された光反射手段とを備える反射型液晶表示素子において、液晶のツイスト角度が $220^{\circ}$ から $260^{\circ}$ の範囲内にあり、液晶の複屈折 $\Delta n_{LC}$ と液晶層厚 $d_{LC}$ との積 $\Delta n_{LC} \cdot d_{LC}$ が $700\text{ nm}$ から $1000\text{ nm}$ の範囲内にあり、式2

【0053】

【発明の効果】 以上説明したところから明らかなように、本発明は、白表示が明るく、高いコントラストが得られ、無彩色の白黒表示が可能で、視角依存性の少ない良好な光学特性を有する反射型液晶表示素子を提供することができる。すなわち、十分に反射率の低い無彩色の黒表示および反射率の高い無彩色な白表示を得るととも \*

\*に、コントラストが高く色純度のよい多階調のカラー画像を実現できるという有効な効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1から第3までの実施形態における反射型液晶表示素子を示す断面図

【図2】本発明の第1から第3までの実施形態における反射型液晶表示素子の光学構成図

【図3】(a) 本発明の第3の実施形態における反射型液晶表示素子の右方向の視角変化に対するオフ電圧印加時の黒表示の反射率変化を示す特性図

(b) 本発明の第3の実施形態における反射型液晶表示素子の下方向の視角変化に対するオフ電圧印加時の黒表示の反射率変化を示す特性図

【図4】(a) 本発明の第1から第3までの実施形態の反射型液晶表示素子において散乱フィルムの位置変更前の例を示す断面図

(b) 本発明の第1から第3までの実施形態の反射型液晶表示素子において散乱フィルムの位置を変更後の例を示す断面図

【図5】従来の反射型液晶表示素子の構成例を示す断面図

【符号の説明】

10 散乱フィルム

11 偏光フィルム

12a 複屈折フィルム(1)

12b 複屈折フィルム(2)

13 液晶セル

14 上側透明基板

15 カラーフィルタ

16 透明電極

17 液晶層

18 鏡面反射板

19 下側基板

20 基準線

21 上側透明基板に接する液晶の配向方向

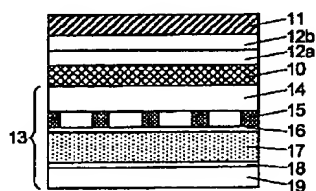
22 下側基板に接する液晶の配向方向

23 液晶セル側の複屈折フィルムの遅相軸方向

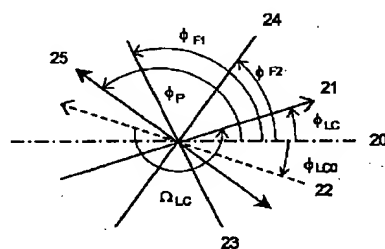
24 偏光フィルム側の複屈折フィルムの遅相軸方向

25 偏光フィルムの吸収軸方向

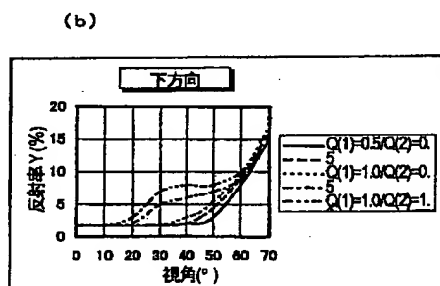
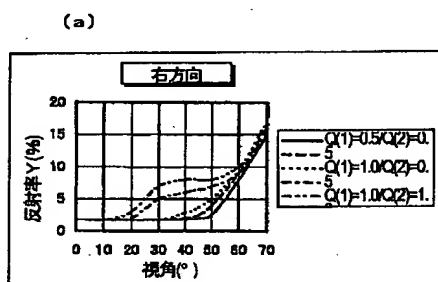
【図 1】



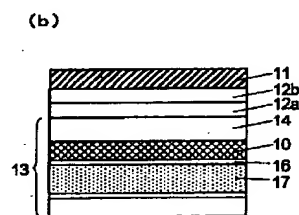
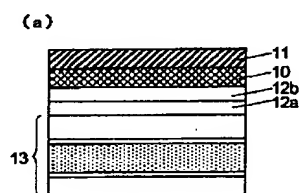
【図 2】



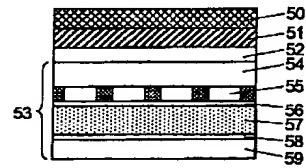
【図 3】



【図 4】



【図 5】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-258773

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl. G02F 1/13363  
G02F 1/1335(21)Application number : 11-373884 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND  
CO LTD(22)Date of filing : 28.12.1999 (72)Inventor : HATANAKA TAKAYUKI  
FUJITA SHINGO  
OGAWA TETSU

(30)Priority

Priority number : 11002345 Priority date : 07.01.1999 Priority country : JP

## (54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decrease the viewing angle dependence by specifying the retardation or the like of each double refraction film.

SOLUTION: In this device, the twist angle of the liquid crystal is specified to 220 to 260°, and the product of the double refraction  $\Delta n_{LC}$  of the liquid crystal and the thickness  $d_{LC}$  of the liquid crystal layer is specified to 700 to 1000 nm. With the refractive index of abnormal rays  $n_x(i)$  in the plane direction, refractive index of normal rays  $n_y(i)$ , and film thickness  $d(i)$ , wherein  $i$  represents one of the two double refraction films, the retardation  $R_{Film}(i)$  defined by  $R_{Film}(i) = \{n_x(i) - n_y(i)\} \cdot d(i)$  satisfies the relation of  $|R_{Film}(2) - R_{Film}(1)| \leq 200$  nm. The angle  $\phi_{LC}$  of the alignment direction of liquid crystal molecules in contact with one of the substrates when the twisting direction of the liquid crystal is positive, the angle  $\phi_p$  of the absorption axis of the polarizing film, and the slow phase direction, namely, the angles  $\phi_{F1}$  and  $\phi_{F2}$  of the direction of refractive index of abnormal rays in the double refraction films in the nearer and farther sides to the liquid crystal cell, respectively, satisfy the relation of  $100^\circ \leq \phi_{F1} - \phi_{LC} \leq 140^\circ$  or the like.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office